

Прикладная электроника

Электротехника, ТОЭ

Уржумцев Олег

Здесь когда-нибудь будет дизайн

Занятие 7. Основы цифровых схем. Микроконтроллеры

Компоненты

- Источники тока
 - Элементы питания и батареи
- Линии связи
- Компоненты коммутации (соединения)
- Пассивные
 - Резисторы
 - Конденсаторы
 - Катушки индуктивности
- **Активные**
 - Вакуумные
 - **Полупроводниковые**
- Исполнительные устройства

Recap?

Recap?

- Операционный усилитель
- Логические уровни

Литература

- М. Джонс – [“Электроника – практический курс”](#)
- Покрывает работу дискретных полупроводниковых приборов без лишней теории и физики
- Приводит массу примеров конкретных простых схем с объяснением механизма работы

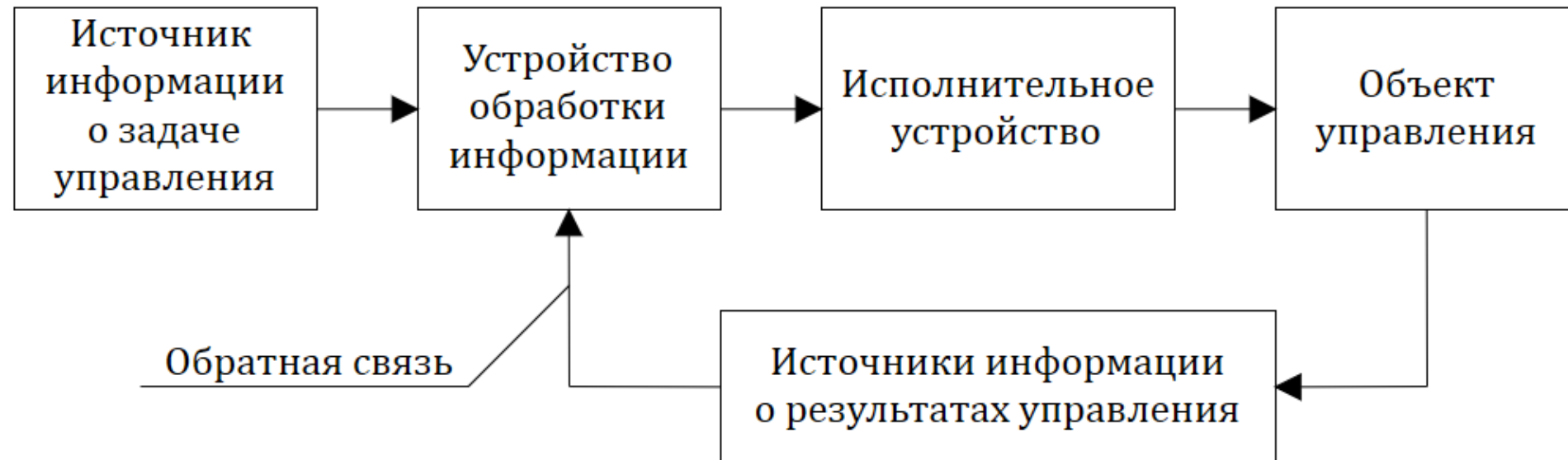
Цифровая техника

- В схемах с ОУ мы рассматривали уровни напряжения на входах и выходе усилителя
- Цифровые схемы работают с двумя т.н. логическими состояниями: 1 и 0
- Уровень логической единицы варьируется в зависимости от схемотехники; стандартные уровни - +5 вольт, +3.3, +2.5, +1.8 вольт
- Всё многообразие цифровых схем описывается логическими функциями

Задача управления

- *организация того или иного технологического процесса, которая обеспечивает достижение поставленной цели*
- реализуется *системой управления (СУ)*
 - Источник информации о задаче управления
 - Источник информации о результате управления
 - Устройства для анализа информации и принятия решения
 - Исполнительные устройства, воздействующие на объект управления

- Если система управления содержит все указанные детали, она является замкнутой



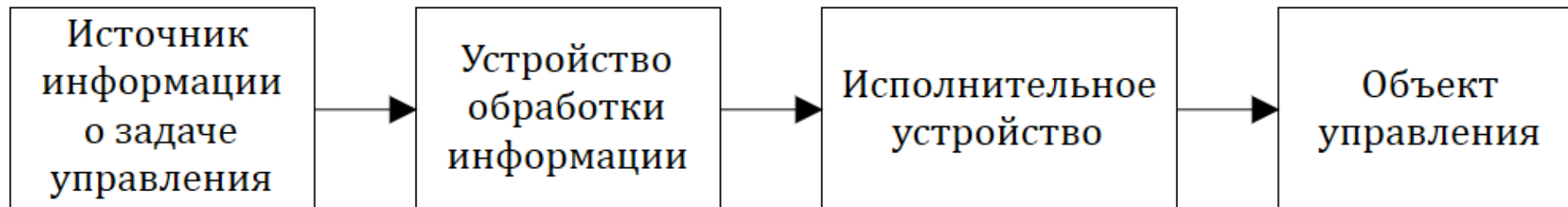
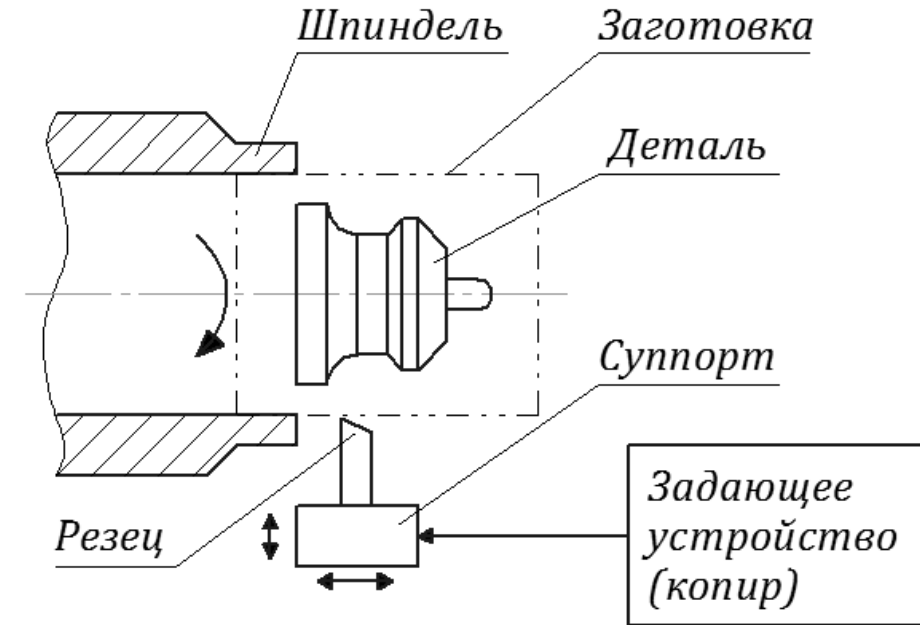
Управляющий контур

- Прямое управление не обеспечивает учёт возмущающих воздействий со стороны реальности
- Результат может значительно отличаться от заданного
- При помощи обратной связи с исполнительного элемента можно компенсировать это воздействие
- При управлении по напряжению реализуется с помощью ОУ



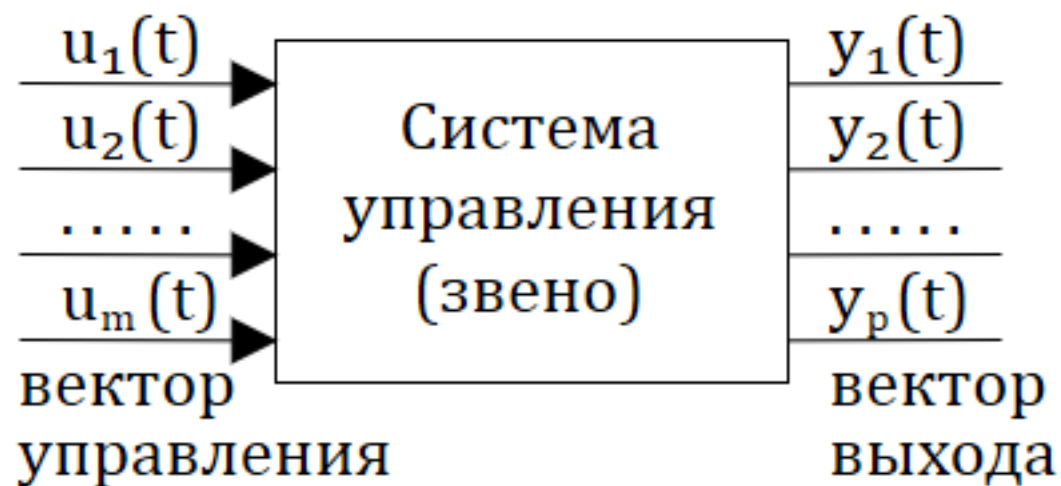
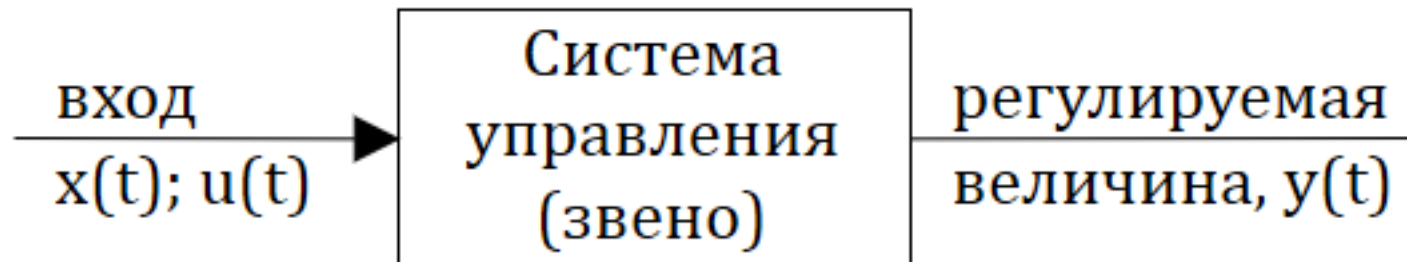
Закрытый и открытый цикл

- Если отсутствует информация о результате управления, система получается открытой



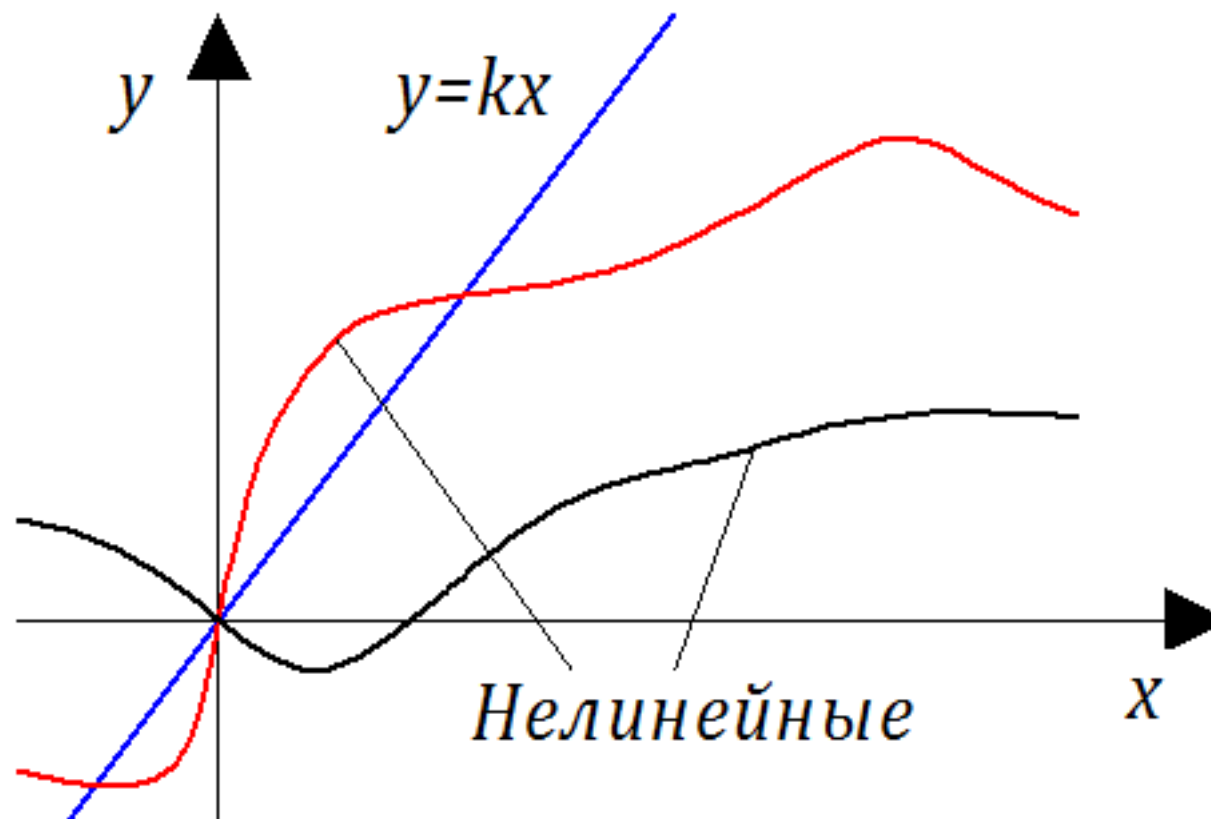
Одномерные и многомерные системы

- Одномерная оценивает один параметр наблюдаемой системы
- Многомерная принимает вектор параметров



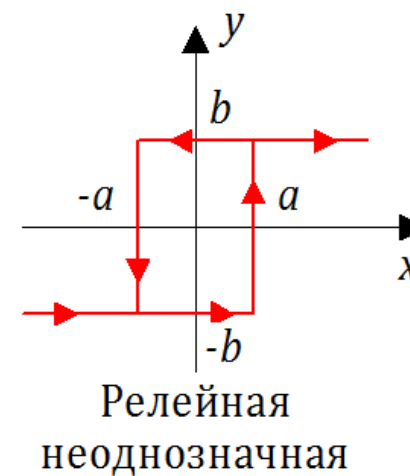
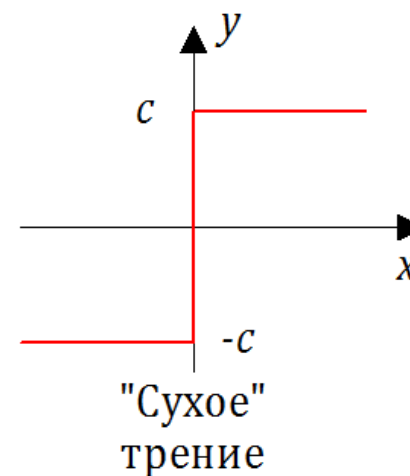
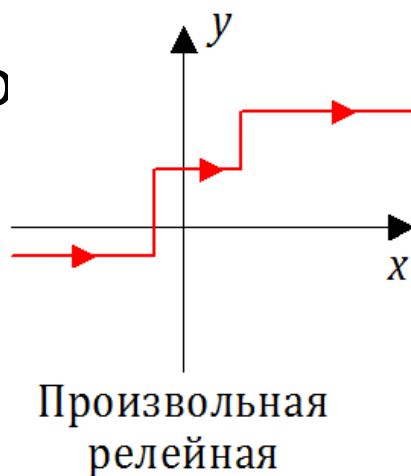
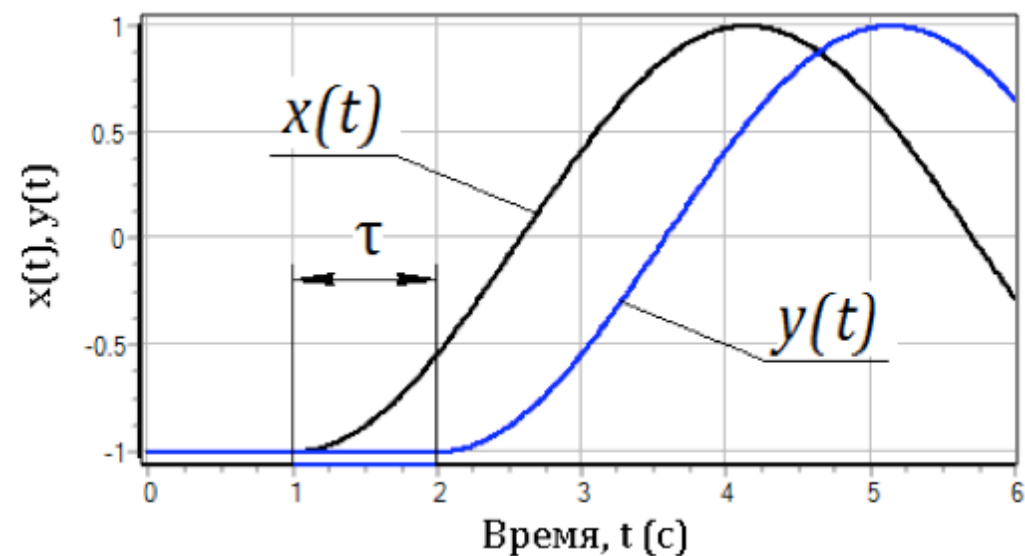
Классификация САУ по типу функции

- Линейные
- Нелинейные



Управление с состояниями

- САУ могут быть:
 - Непрерывные
 - Дискретные
 - Бинарные (релейные)
- ШИМ – пример дискретного управления



Базовые логические функции

- И (AND)
- ИЛИ (OR)
- НЕ (NOT)

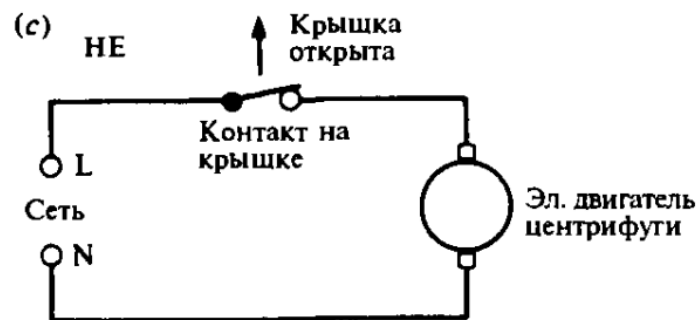
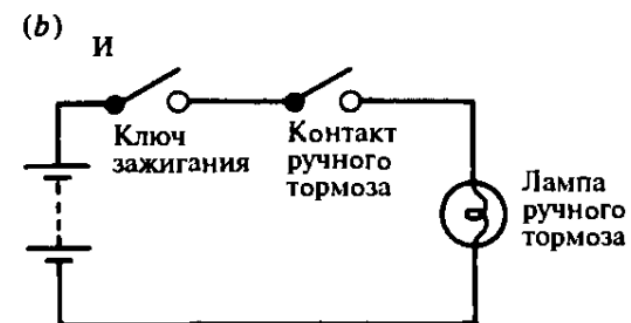
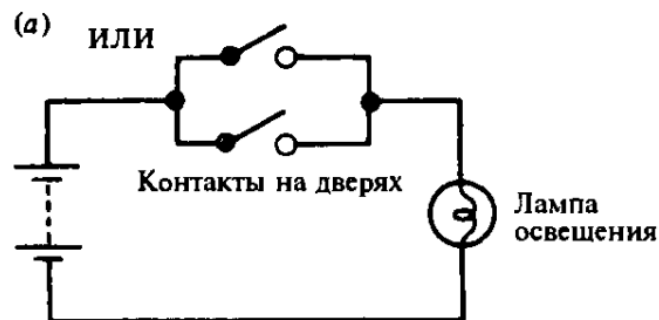
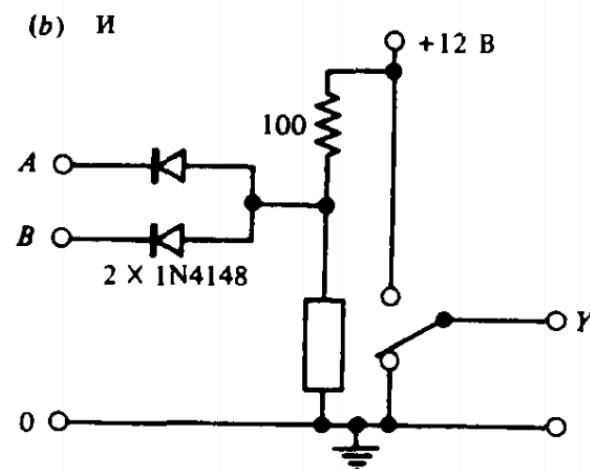
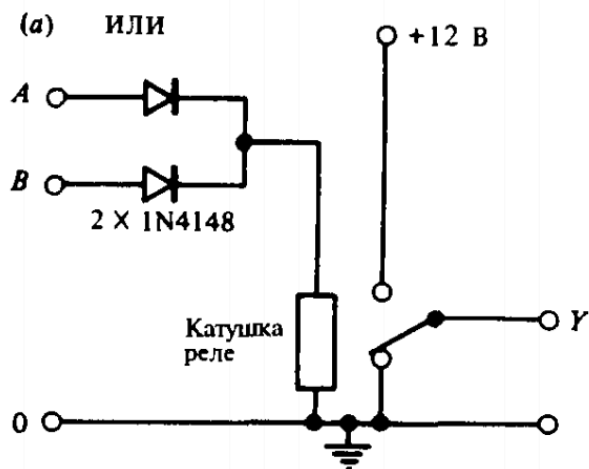


Рис. 13.1. Реализация логических функций с помощью ключей.

Базовые логические функции

- И (AND)

- В данном случае при логическом 0 ожидается КЗ на землю



- ИЛИ (OR)

- НЕ (NOT)

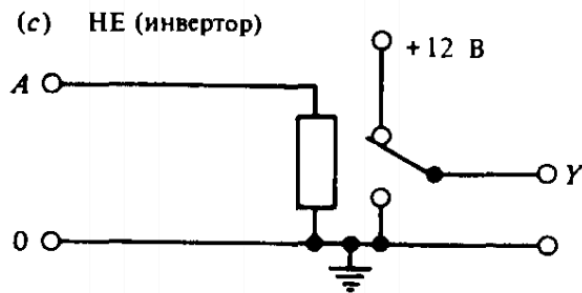


Рис. 13.2. Базовые логические элементы (реле показаны в состоянии «выключено»).

Таблица истинности схемы

- Определяет поведение схемы
- Может учитывать предыдущее состояние

НЕ

Вход	Выход
<i>A</i>	<i>Y</i>
0	1
1	0

ИЛИ-НЕ

Вход		Выход
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Y</i>
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

И-НЕ

Вход		Выход
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Y</i>
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Логические функции

- Базовые

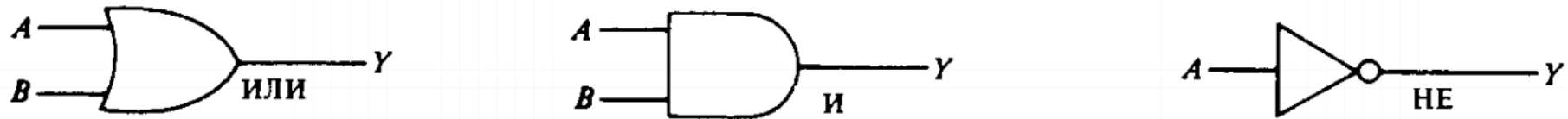


Рис. 13.3. Условное обозначение основных логических элементов.

- Для построения схем применяются базовые блоки, реализующие функции сложнее: И-НЕ и ИЛИ-НЕ
 - На бесконечном наборе таких блоков одного типа можно реализовать любую сколь угодно сложную логическую функцию
 - NAND и NOR схемотехника

Логические операции. Наглядно

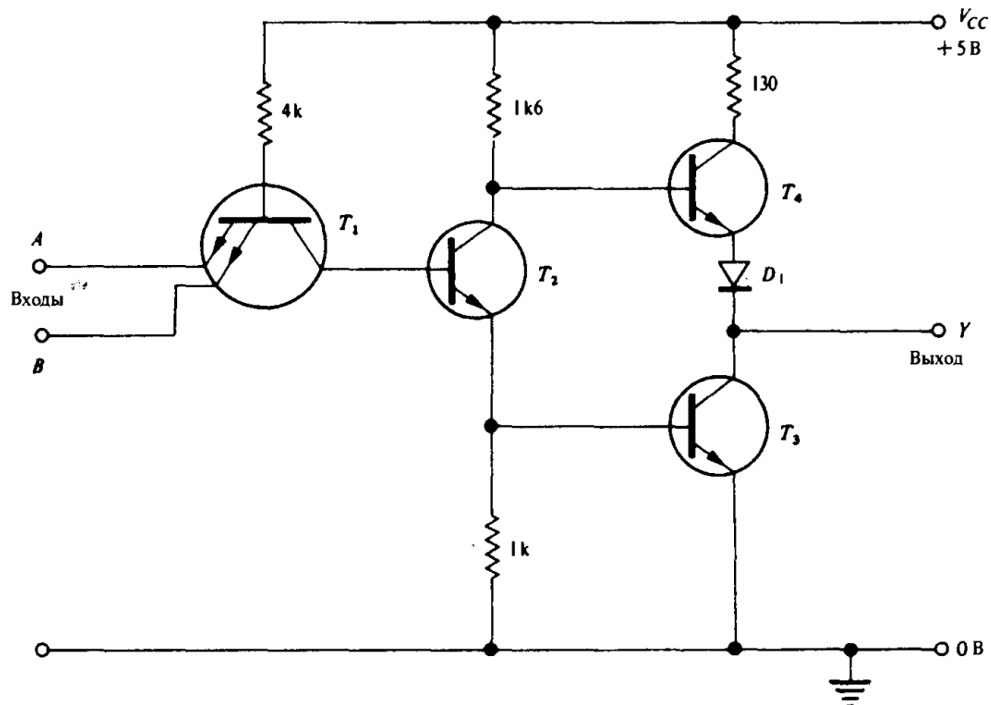
- О боже, да вы промокли насквозь! Принести вам посуду для горячего напитка?
- Да, чашку OR кружку. Можно и то и другое.
- Сахар, ложка нужны?
- Сахар AND ложка. Сахар мне бесполезен без ложки, и наоборот, если сахар закончился, за ложкой можно не ходить.
- Наливаем вам в чашку/кружку чай или кофе?
- Чай XOR кофе. Если это смешать, получится гадость.
- Лимон, молоко?
- Лимон NAND молоко. С удовольствием попью чай просто так, от добавки лимона или молока не откажусь, но не то и другое сразу!
- ...
- Э... Официант! Вы NOT заснули? Скажите «да»!

Схемотехника цифровых схем

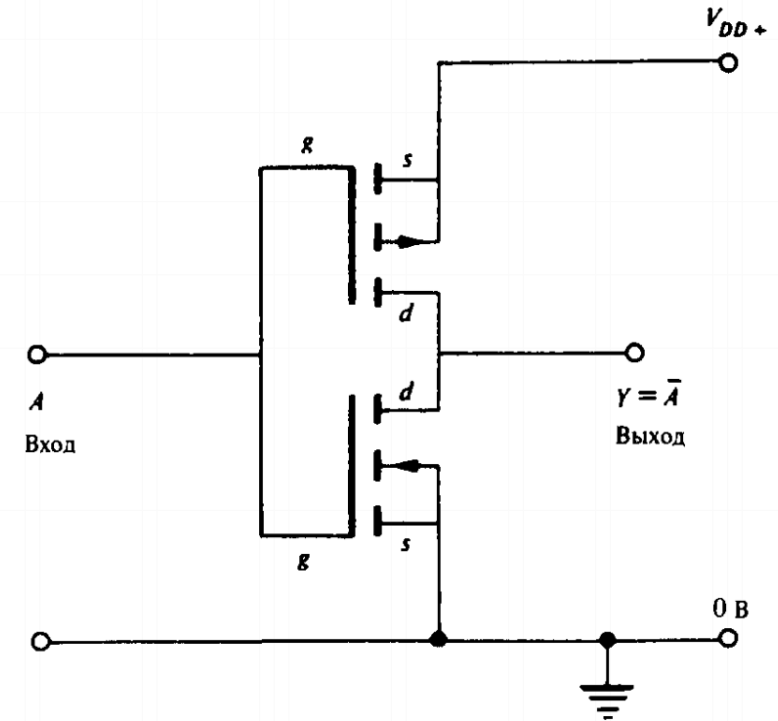
- Реализуется в интегральных микросхемах
 - ДТЛ: диодно-транзисторная логика
 - ТТЛ: схемы на биполярных транзисторах
 - ЭСЛ: схемы на биполярных транзисторах, управляемые током
 - (К)МОП: схемы на полевых транзисторах

Схемотехника цифровых схем

- ТТЛ: потребляет ток в логической цепи (ограниченный коэффициент выхода)
- КМОП: управляется напряжением

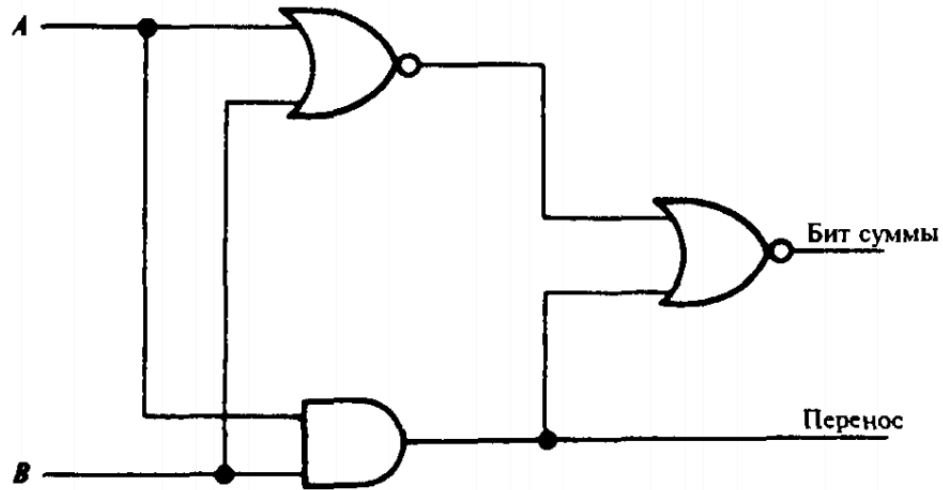


2И-НЕ в ТТЛ-схемотехнике



КМОП-инвертор

Пример сложной схемы: полусумматор



<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Y</i>
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

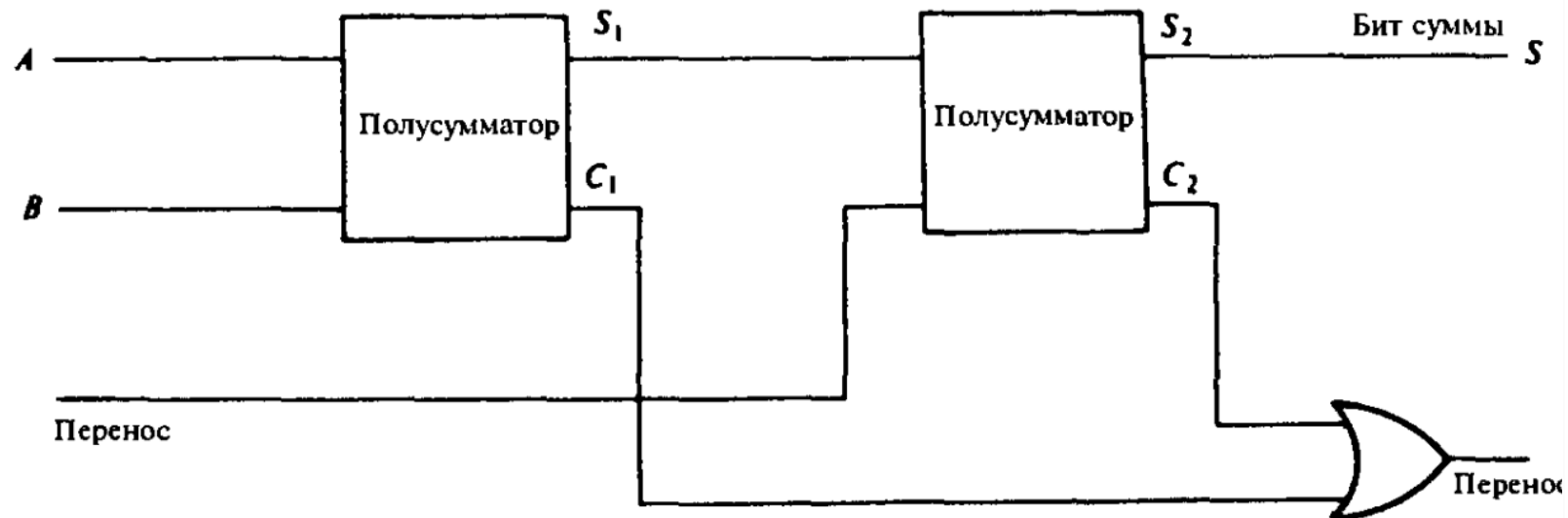
OR

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Y</i>
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

XOR

- Если не использовать выход переноса, получается элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ (XOR)

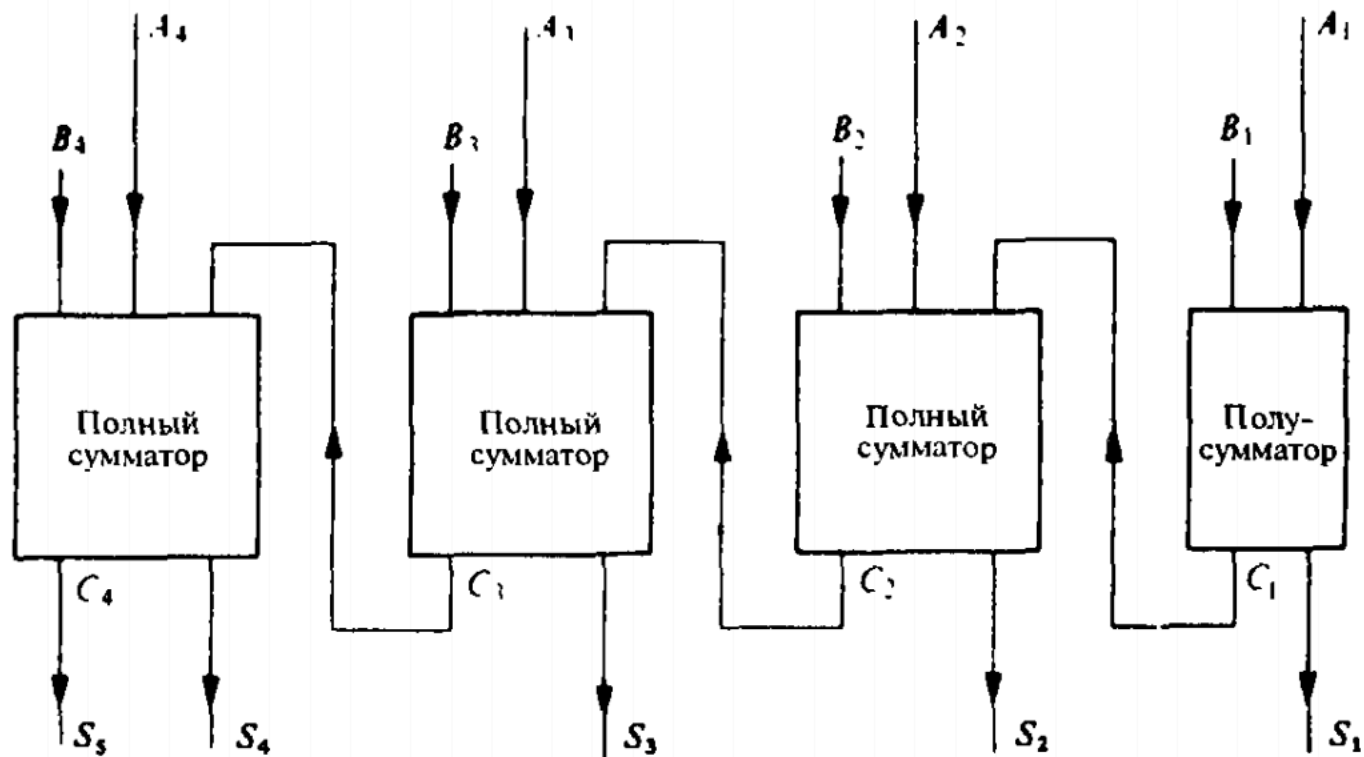
Пример сложной схемы: однокбитный сумматор



Входы			Выходы	
A	B	Перенос	Перенос	S
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
0	1	0	0	1
1	1	0	1	0
0	0	1	0	1
1	0	1	1	0
0	1	1	1	0
1	1	1	1	1

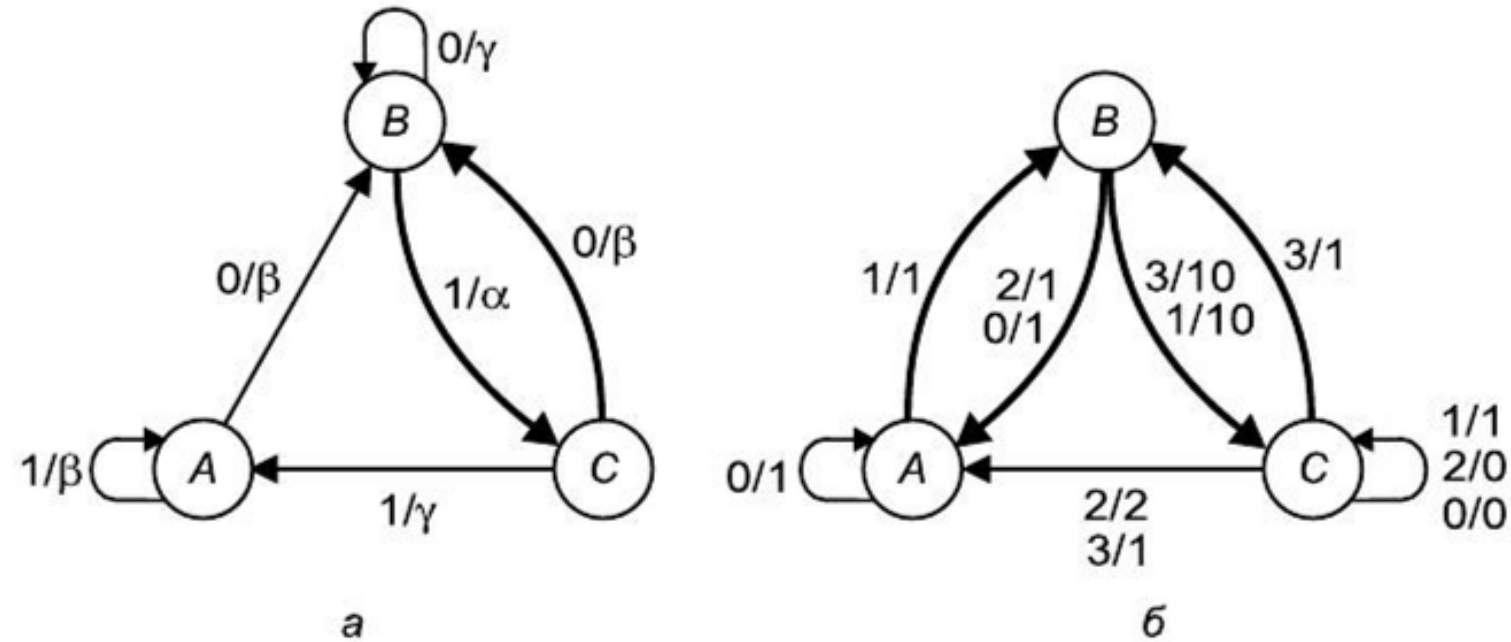
Стекинг сумматоров

- Пример 4-битного сумматора: 21 логический элемент NOR



Конечный автомат

- Модель системы, которая может находиться в нескольких дискретных состояниях



		Input signal		
		a	b	c
State	0	1	0	0
	1	1	2	0
	2	1	0	3

Микросхемы «жёсткой» логики

- Используются для реализации простой логики, защиты и внешних схем для процессорных устройств
- 74 серия (США) – схемотехника зависит от буквенного обозначения
- Линейка Motorola CD40xx
- Номенклатура СССР определяет МС по серии и номеру

74 серия МС

- 74ab123
- HC/LS
 - 74LS244 – 8-битный буфер с тремя состояниями (0/1/Z-state)
 - 74LS245 – 8-битный приёмопередатчик с тремя состояниями
 - 74LS247 – дешифратор для 7-сегментного светодиодного индикатора
 - 74HC595 – регистр на шине i^2c

Номенклатура ИМС в СССР

- **Буква** при наличии обозначает исполнение
- **Первый элемент** состоит из цифры и означает конструктивно-технологическую группу:
 - 1,5,6 — обозначают монолитные ИМС
 - 2,4,8 — обозначают гибридные ИМС
 - 7 — обозначает бескорпусную монолитную ИМС
 - 3 — прочие ИМС
- **Второй элемент** состоит из двух цифр, обозначающих порядковый номер разработки.
- **Третий элемент** содержит две буквы русского алфавита, определяющие функциональное назначение ИМС (см. таблицы).
- **Четвёртый элемент** — порядковый номер одноименных по функциональному признаку ИМС в одной серии.

КМ155ЛА6

1 2 3 4

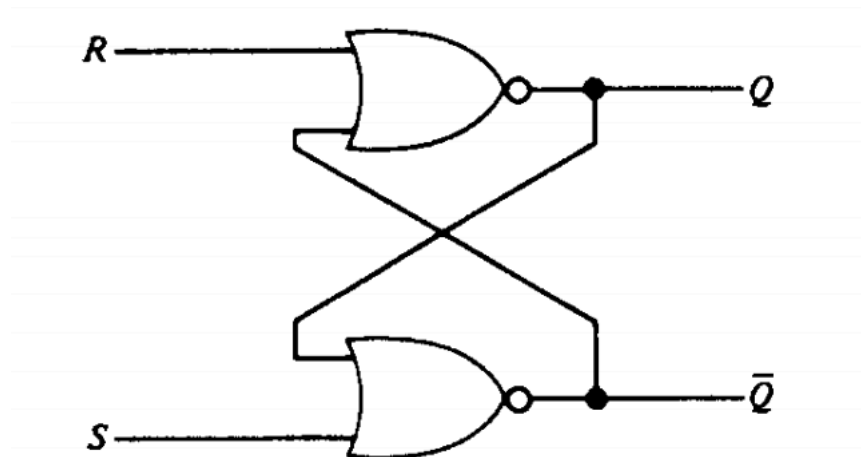
Номенклатура МС в СССР

ВВ	Схема управления вводом-выводом (схемы интерфейса)
ВГ	Контроллеры
ВЕ	Микро-ЭВМ
ВЖ	Специализированная схема
ВИ	Схема замедления времени
ВМ	Микропроцессор
ВП	Прочее вычислительное средство
ВР	Функциональный расширитель (в том числе расширитель разрядности данных)
ВС	Микропроцессорная секция
ВТ	Схема управления памятью
РР	Постоянное запоминающее устройство с возможностью многократного электрического перепрограммирования
РТ	Постоянное запоминающее устройство с возможностью однократного программирования
РУ	Оперативное запоминающее устройство (за исключением К581РУ1-3)
РФ	Постоянное запоминающее устройство с ультрафиолетовым стиранием и электрической записью информации

ЛА	Элемент И-НЕ
ЛБ	Элемент И-НЕ/ИЛИ-НЕ
ЛЕ	Элемент ИЛИ-НЕ
ЛИ	Элемент И
ЛК	Элемент И-ИЛИ-НЕ/И-ИЛИ
ЛЛ	Элемент ИЛИ
ЛМ	Элемент ИЛИ-НЕ/ИЛИ
ЛН	Элемент НЕ
ЛР	Элемент И-ИЛИ-НЕ
ЛС	Элемент И-ИЛИ
ИВ	Шифратор
ИД	Дешифратор
ИЕ	Счетчик
ИК	Комбинированное цифровое устройство
ИЛ	Полусумматор
ИМ	Сумматор
ИР	Регистр

Цифровые схемы с памятью состояний

- RS-триггер



Входы		Выходы	
R	S	Q	$\bar{Q}$
0	0	$Q_{\text{хран.}}$	$\bar{Q}_{\text{хран.}}$
1	0	0	1
0	1	1	0
1	1	0	0
неопредел. в реж. хран			

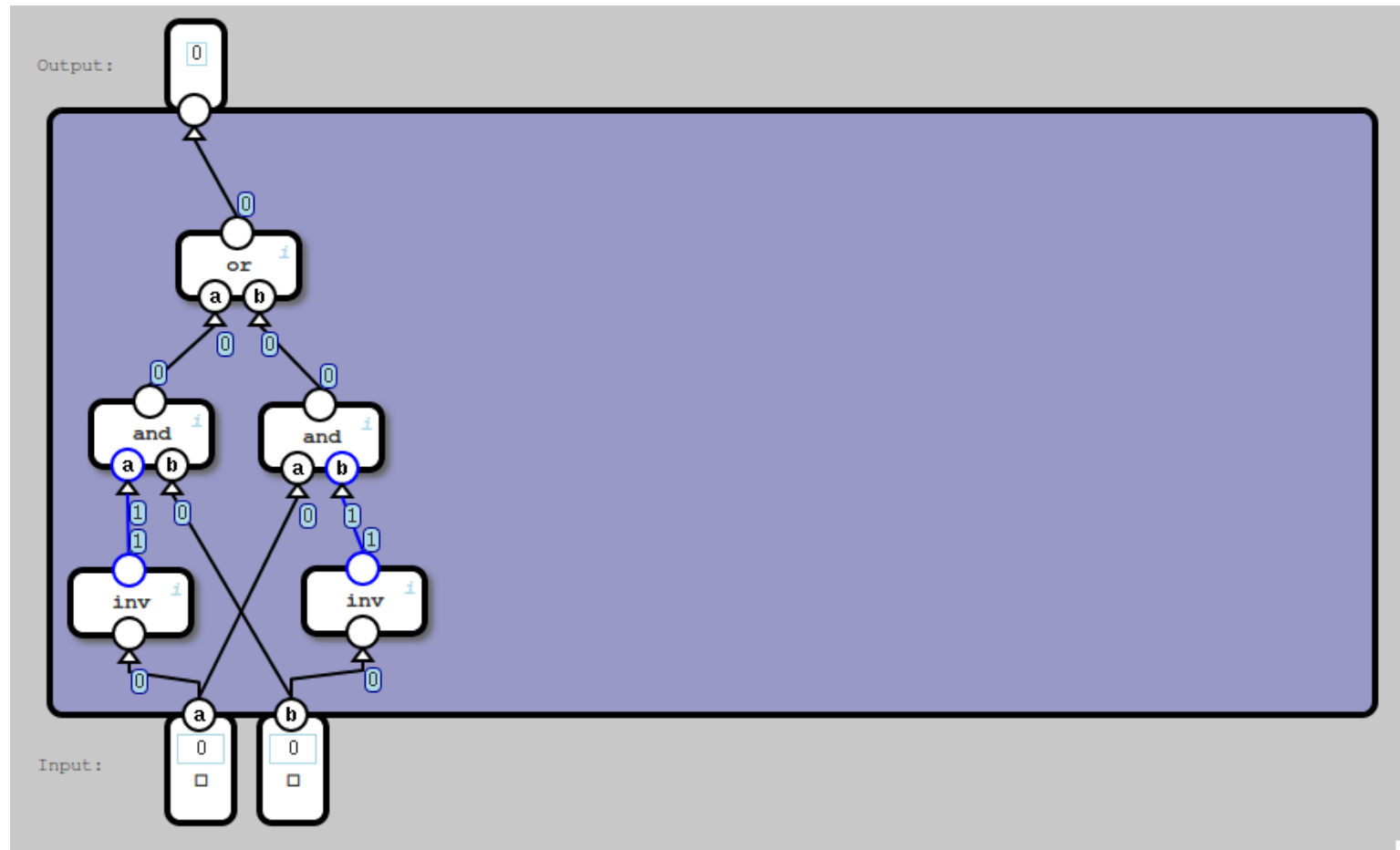
- см. стр. 384 Джонс
- Схемы с несколькими состояниями реализуют логические функции, называемые *конечными автоматами*

Симуляторы

- В отличие от аналоговых схем, для симуляции которых необходимо учесть множество законов физики, для симуляции цифровых схем достаточно реализовать булеву функцию от имеющихся переменных (входов)
- [Circuitverse](#)
- [Circuitlab](#)
- [Fritzing](#)

Игра про логические схемы

- <https://nandgame.com>



Типы цифровых схем

- Жёсткая логика
- Логика с памятью состояний (триггеры, регистры)
- Программируемая логика

Полезные ссылки

Основы теории управления <https://habr.com/ru/post/503820/>

Основы цифровой техники - М. Джонс – [“Электроника – практический курс”](#)